ナノテクノロジー事業化とデスバレー現象

Nanotechnology Commercialization and Valley-of-Death Phenomenon

奈良先端科学技術大学院大学　桐畑哲也

要旨

ナノテクノロジー（以下、ナノテクと略す）による 21 世紀の日本の新たな産業創出が期待されている。その背景には、ナノテクは基盤技術であるが故に広範な分野で次世代の産業や社会に大きな影響を与える、基礎研究分野において我が国が国際的に見て比較優位と認識されている点等を挙げる事が出来る。

本事例研究は、まず優れた先端科学技術を十分に事業化へと繋げる事が出来ない状態であるデスバレー現象に関する先行研究を概観する。ナノテクにおけるデスバレー現象を詳細に検討するため、先端科学技術の事業化までの段階を、基礎研究段階、製品開発段階、事業化段階の三つに分類し、ナノテクの製品開発段階におけるデスバレー現象とその要因について質問票調査をもとに検討する。その上で、ナノテクの製品開発段階においては(1)資金面の問題、(2)外部との連携の問題、(3)ビジョンの描出・需要のコンセプト化の問題が、主要なデスバレー要因として認識されている事を明らかにする。最後に、ナノテク事業化の方向性と求められる公的支援策について論じる。

キーワード：ナノテクノロジー、デスバレー、事業化、製品開発、資金問題、外部連携、ビジョン描出、需要表現

Abstract

Many experts predict nanotechnology to become one of the leading new industries in Japan in the 21st century. There are several reasons why nanotechnology is attracting attention in Japan: (1) nanotechnology is a fundamental technology and as such has a big influence on the existing industry and society; (2) in the fields of fundamental nanotechnology research, Japan is seen as having a comparative advantage internationally.

In this paper, I examine the concept of valley-of-death phenomenon, i.e. the state in which even superb basic research cannot easily be commercialized. To examine the valley-of-death phenomenon of nanotechnology in detail, I classify the process for commercialization into three stages: basic research stage, development stage and commercialization stage. The cause of valley-of-death at the development stage of nanotechnology is discussed based on a questionnaire survey of nanotechnology businesses. This survey reveals that "funding" "external collaboration" and "extracting visions and conceptualizing demand (market)" are the main causes of valley-of-death at the development stage of nanotechnology.

Finally, I conclude with some policy recommendations about the commercialization of nanotechnology, especially with regards to "funding" and "external collaboration".

Key words：Nanotechnology, Valley of Death, Commercialization, Development, Financing, External Cooperation, Extracting Visions, Conceptualizing Demand

1 ナノテク事業化への期待

21 世紀の我が国の新産業創出の起爆剤として、ナノテクノロジー[1)]（以下、ナノテクと略す）に期待が集まっている。政府は、2002 年 12 月『「産業発掘戦略ー技術革新」４分野に関する戦略』を発表し、ナノテクノロジー・材料分野を「国際市場で競争力を有する将来の日本の主要産業に育てていく事が重要である(内閣府経済財政諮問会議(2002A)、p.2)」と指摘すると共に、ナノテク関連産業の国内市場規模は、2010 年には 20 - 26 兆円に達すると予測している（内閣府経済財政諮問会議(2002B)、p.4）。また、日本経済団体連合会は、2002 年 11 月に発表した提言『ナノテクが創る新産業-n-Plan2002-』の中で、

「ナノテクノロジーに関する優れた研究成果を発掘し、産業につなげていくための取組みが重要である」と述べ、産業界としてナノテク事業化への取組みの強化を提言した。

新たな産業創成の起爆剤として、我が国でナノテクが注目される理由は、大きく三つあるであろう。第一に「ナノテクノロジーは基盤技術であるが故に、広範な分野で次世代の産業や社会に大きな影響を与える（経済団体連合会（2000））」点である。このため、既に30カ国以上の国々が、ナノテクに関する国家レベルの研究開発プログラムを策定しており、近年、各国政府の研究開発支出の伸びは著しい。例えば米国では1997年には1億240万ドルだった政府の研究開発支出が2000年には2億9300万ドルに増加している。またEUでは1997年から2000年にかけて1億1440万ドルから2億1050万ドルに増加、我が国では9350万ドルから1億8990万ドルに増加している(OECD(2003),pp.44-45)。

第二の理由は、基礎研究分野において、我が国が国際的に見て比較優位にあると認識されている点である。経済団体連合会（2000）は「この10年来、ナノメートルという原子、分子レベルの微細な世界の技術を扱うナノテクノロジーの基礎的研究開発を進めており、その水準は世界のトップレベルにある」と指摘している。ナノテク関連の科学論文数を見ても、我が国は米国に次いで2位となっている（OECD(2003)，p.44）。

最後に、我が国の製造業が中国、韓国等の台頭で、高付加価値の製品を指向せざるを得なくなっている点を挙げる事が出来る。テレビ、VTR等、かつて我が国が世界市場シェアでトップであった製品においても既に中国が世界一となっている製品は数多い。我が国の製造企業においては、ナノテクを活用する事で、中国、韓国等の追従を簡単に許さない、高い技術力をベースとした高付加価値の製品を開発せざるをえないとの認識が強まっている。

2 先端科学技術事業化におけるデスバレー

ナノテクに代表される先端科学技術の事業化おいては、事業化までに乗り越えなければならない様々な困難が存在する。こうした困難さ故に、優れた先端科学技術を十分に事業化へ繋げる事が出来ない状態が散見され、デスバレー現象と呼ばれている。本事例研究では、まずデスバレー現象とその要因に関する先行研究を概観する。

2.1 デスバレー現象とその要因

デスバレー概念の起源は、米国の製造業が圧倒的な優位性を失い、産業競争力低下が深刻化した80年代に遡る事が出来よう。Dertouzos, Michael L., Robert M. Solow, and Robert Lester (1989)は、「米国は科学における活動領域では卓越しており、新発見の数で右に出る国はない。にもかかわらず米国企業はこうした発明、発見を基礎として事業展開を図る点で海外企業に遅れをとっている（pp.67-68）」と述べた上で「新製品は機能面だけを考えて設計され、出来上がった設計は製造部門に対して塀越しに投げ渡される（p.69）」と指摘し、80年代の米国企業におけるデスバレーの実態とその要因としての部門間連携の欠如を指摘している。Dertouzos et al.(1989)同様、米国企業が優れた科学技術を十分に事業化へと繋げられていないとの指摘はこの他に数多く論じられている(Tassey(1999), Ehlers(1998)）。

Branscomb and Auerswald（2001）は、デスバレー現象について「資金、研究、情報・信頼の3つの基本的な相互に関係のあるギャップを包含するものとして考える事が出来る(p.11)」と指摘する。Branscomb and Auerswald（2001）によると、資金のギャップとは、研究資金と投資資金との性格の違いに起因する。研究開発資金は、企業の研究開発資金や政府支援等からなり、先端的な研究を主眼としている一方、投資資金は製品や事業の市場としての有望性を基盤としており、その中間段階に資金のギャップが存在する。また、研究のギャップは、現実の事業化の困難さと研究者の事業化に対する楽観的な認識とのギャップに起因する。情報・信頼のギャップは、研究者と投資家、経営者の養成過程、期待、利害関係に起因すると論じている。

2.2 事業化段階の分類と注目すべき製品開発段階

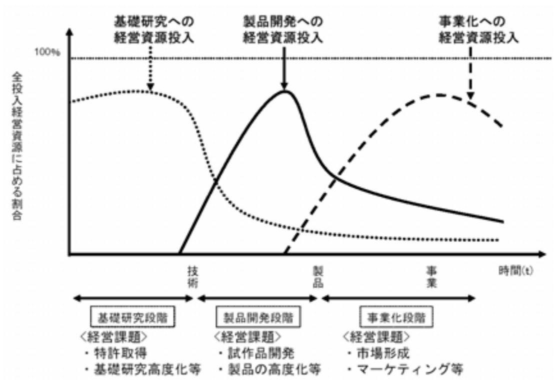
先端科学技術の事業化におけるデスバレー現象について、児玉(2003)は、適正な科学技術政策立案のためには「どの分野にどのような形で存在するのかのきめ細かな調査をしなければならない（p.11）」と指摘し、IT、ナノテク等対象とする先端科学技術分野毎、またそれぞれの事業化段階をきめ細かく分けて、詳細に調査する必要性を示唆している。本事例研究では、児玉(2003)の指摘を踏まえ、ナノテクにおけるデスバレー現象を詳細に検討するため、ま

ず先端科学技術の事業化段階について検討する。

先端科学技術の事業化段階については様々な分類が可能であろうが、本事例研究では、基礎研究段階、製品開発段階、事業化段階の三つの段階に分類する。基礎研究段階とは、基礎科学を特許等に代表される技術に結実させるまでの段階、製品開発段階とは基礎研究の成果である有望技術を試作品等の製品レベルに作り込む段階、事業化段階とは出来上がった製品の販売を拡大し、一定規模の新たな市場を形成するまでの段階と理解する。

図１は、先端科学技術の事業化に取り組む製造業へのインタビュー調査等をもとに作成したものである。横軸に時間（t）、縦軸には本事例研究が定義した三段階の主要経営課題とその経営課題克服のために必要とする経営資源投入が当該事業の全投入経営資源投入に占める凡その割合を示している。基礎研究段階においては、特許取得や基礎研究の高度化等を目的とした基礎研究への資源投入が全投入経営資源のほとんどを占めているが、製品開発段階になると、代わって試作品開発や製品の高度化等を目的とした製品高度化への資源投入が増加する、また事業化段階では、市場形成、マーケティング等を目的とした事業化への資源投入が増加すると考えることが出来る。

図１　事業化に至る段階と主要経営課題の変遷



先端科学技術の事業化におけるデスバレー現象とその要因については、基礎研究、製品開発、事業化の三つの段階においてそれぞれ数多く論じられている[2)]。本事例研究では、製品開発段階に絞って論を進める[3)]。本事例研究が、製品開発段階に着目する背景にはナノテク固有の要因がある。経済団体連合会の調査によると、日本国内のナノテク関連市場は2010年には27兆3000億円に成長すると予想されている一方、2005年時点では2兆4000億円に留まると試算されている。ナノテクは、バイオテクノロジーや IT と比べて市場が十分に拡大しているとは言えない。すなわちナノテク事業化に現在取り組んでいる企業においては、事業化段階以前、特に事業化に向けた製品開発段階を主要な課題としていると想定され、研究の優先順位も高いと考えられる[4)]。

George Day and Paul Schoemaker(2000)は、先端科学技術事業化における製品開発段階の成功条件として「経営トップ層の継続的なサポート、既存事業からのニューベンチャーの分離、組織や戦略の柔軟性、リスクテイクや経験から学ぶ前向きな姿勢が求められる。(p.52)」と指摘した上で、この段階におけるデスバレー要因として、事業への参入の遅れ、慣れへの固執、トップの十分なコミットメントへの躊躇、持続性の欠如等を挙げている。

井上、二瓶、石川、船曳（2003）は、我が国製造業の製品開発段階には、深刻なデスバレー現象が存在すると論じている。井上ほか(2003)が、2003年1月に、我が国の上場および店頭公開の製造業 3626社（491 社から回答）を対象として行った質問票調査によると、製品化されていない技術が存在すると回答した企業が8割にのぼり、このうち約半数がそれを深刻な課題と評価した（井上ほか(2003)、p.12）。また、このデスバレー現象の要因として、井上ほか(2003)は「ビジョンの描出や需要コンセプト化の問題」「人材面の問題」「部門間、組織間の連携の問題」等が認識されていると指摘している（表１）。以下では、ナノテク事業化における製品開発段階のデスバレー現象とその要因について論じる。

表１　技術が製品化されない事への評価

ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題	65.0%
人材面の問題	46.0%
内部部門間や組織間連携の問題	37.0%
企業文化の問題	30.0%
資金面の問題	22.0%
動機づけの問題	10.0%
外部との連携の問題	9.0%
その他	6.0%

出所：井上ほか（2003）　　　複数回答

3　ナノテク事業化とデスバレー現象

ナノテクの製品開発段階に関する先行研究としては、Bucher, Birkenmeier, Brodbeck, Escher(2003)を挙げる事が出来る。Bucher, Birkenmeier,

Brodbeck, Escher(2003)は、製品等に新たにナノテクを導入したスイスの 20 企業に対するインタビュー調査をもとに、ナノテクの製品開発が成功するためには、技術評価と技術の導入が繰り返し行われる事、トップマネージメントの参画、さらに、学際的なスタッフによるプロジェクトとして実施される事が求められる(p.162)と論じ、これらの欠如がデスバレー要因となり得る事を示唆している。

本事例研究では、ナノテク事業化の製品開発段階におけるデスバレー現象の有無とその要因に関する質問表調査を実施した[5)]。(財)大阪科学技術センター・関西ナノテクノロジー推進会議の参加企業を中心に、関西に主要な事業所、研究所を有し、ナノテク事業化に取組む企業の経営企画担当者、研究開発担当者を対象とした。質問は、井上ほか(2003)が実施した製造業 3626 社（491 社から回答）を対象とした質問表調査と全く同様の質問を一部で行った。本調査における上場企業は、上場企業を対象として調査を実施した井上ほか（2003）の調査結果と比較が可能である。本事例研究に何らかの貢献があるとすれば、我が国のナノテクと製造業全般との製品開発段階におけるデスバレー現象とその要因を比較調査し、ナノテクの製品開発段階における主要なデスバレー要因を明らかにしようとした点にある。

3.1 ナノテク製品開発段階のデスバレー現象とその要因

「研究成果がどの程度新たな製品につながっているか」との質問に対しては「必ずしもつながっていない」は 50.0%、「ほとんどつながっていない」は 12.5%、「全くつながっていない」は 5.7%と、製品化に課題を抱えていると答えた企業が全体の 70%近くを占めた（表 2）。ナノテクの製品開発段階においては、製造業全般同様にデスバレー現象が見られる。

表 2 研究開発の製品化の状況

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
確実に新たな製品	21.6%	20.4%	23.5%	22.0%
必ずしもつながっていない	50.0%	53.7%	44.1%	50.0%
ほとんどつながっていない	12.5%	14.8%	8.8%	23.0%
全くつながっていない	5.7%	3.7%	8.8%	4.0%
その他	9.1%	7.4%	11.8%	1.0%
無回答	1.1%	0.0%	3.0%	0.0%

上記設問において「必ずしもつながっていない」「ほとんどつながっていない」「全くつながっていない」と答えた企業を対象として、そのデスバレー要因について質問したところ「ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題」「資金面の問題」「外部との連携の問題」が上位を占めた(表 3)。注目すべきは「資金面の問題」「外部との連携の問題」の項目について、非常に高い割合でデスバレー要因と認識されている点である。「資金面の問題」では、井上ほか(2003)の製造業全般の割合のほぼ 2 倍、また「外部との連携の問題」については、3 倍の割合となっている。大手企業だけに限ってみても「資金面の問題」と「外部との連携の問題」は、井上ほか(2003)の結果と比べて、それぞれ 2 倍程度の高い割合を示している。

表 3 技術が製品につながらない要因

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題	58.3%	66.7%	42.9%	65.0%
資金面の問題	41.7%	46.2%	33.3%	22.0%
人材面の問題	35.0%	25.6%	52.4%	46.0%
外部との連携の問題	28.3%	15.4%	52.4%	9.0%
企業文化の問題	23.3%	25.6%	19.0%	30.0%
内部部門間や組織間連携の問題	16.7%	20.5%	9.5%	37.0%
動機づけの問題	10.0%	7.7%	14.3%	10.0%
その他	6.7%	10.3%	0.0%	6.0%

複数回答

以下では、井上ほか(2003)の調査と比較して高い割合のデスバレー要因なった「資金面の問題」「外部との連携の問題」さらに本質問表調査及び井上ほか(2003)共に最大のデスバレー要因と指摘された「ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題」についてさらに論じる。

3.2 資金の問題-公的資金の活用を重視-

「事業の総投資額に研究開発費の占める割合は、他の事業と比較して高いかどうか」との質問に対して、「他の事業と比較して非常に高い」「やや高い」と答えた企業はあわせて 40%と「やや低い」「非常に低い」と答えた企業の合計割合を 10%上回った。ナノテクの事業化は、他の事業よりも事業の総投資額に占める研究開発費が高い傾向が見られる。

また、ナノテクの研究開発資金の調達方法については「政府、自治体からの研究開発補助金」が 62.5%と最も多く「ナノテク事業以外からの持ち出し

（56.8％）」「ナノテク事業自体の売り上げ（31.8%）」「提携企業からの研究費（12.5%）」「特許売却・ライセンス収入（12.5%）」と続いている（複数回答）。ナノテク事業自体で研究開発や事業化資金をまかなえる状況にない事が窺える。また、政府、自治体からの研究開発補助金への期待の高さも特徴と言え、この背景にはナノテク製品化においては高価な設備が必要とされている事があろう。

3.3　外部との連携-大学・研究機関、異業種企業を重視-

外部との連携の問題に関しては「異業種企業との連携」「大学・研究機関との連携」について論じる。

(1)異業種企業との連携

異業種企業との関係を「作り上げている」「作り上げつつある」が過半数を占めた(表4)。また、連携の必要性については「かなり必要である」「まあ必要である」をあわせると 80%近くに達する(表 5)。ナノテク事業化に取組む企業は、井上ほか(2003)による製造業全般調査と比較して異業種企業との連携に熱心であり、必要性が高いと認識している。

表4　異業種企業との連携の状況

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
作り上げている	8.0%	5.6%	11.8%	5.0%
作り上げつつある	47.7%	55.6%	35.3%	31.0%
あまり作ろうとしていない	34.1%	33.3%	35.3%	49.0%
作るつもりはない	5.7%	3.7%	8.8%	8.0%
無回答	4.5%	1.8%	8.8%	7.0%

表5　異業種企業との連携の必要性

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
かなり必要だと思う	39.8%	38.9%	41.2%	29.0%
まあ必要だと思う	39.8%	48.1%	26.5%	40.0%
あまり必要ではないと思う	10.2%	7.4%	14.7%	19.0%
必要ではないと思う	4.5%	1.9%	8.8%	5.0%
無回答	5.7%	3.7%	8.8%	7.0%

(2)大学・研究機関との連携

大学・研究機関との関係を「作り上げている」「作り上げつつある」が 80%を超えた(表 6)。また連携の必要性についても「かなり必要である」「まあ必要である」をあわせて 80%を超えている(表 7)。これを井上ほか(2003)と比較するとナノテク事業化に取組む企業は、大学・研究機関との連携に非常に熱心であり必要性が高いと認識している事がわかる。

表6　大学・研究機関との連携の状況

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
作り上げている	29.6%	22.2%	41.2%	17.0%
作り上げつつある	53.4%	64.8%	35.3%	45.0%
あまり作ろうとしていない	10.2%	9.3%	11.8%	29.0%
作るつもりはない	1.1%	0.0%	2.9%	4.0%
無回答	5.7%	3.7%	8.8%	5.0%

表7　大学・研究機関との連携の必要性

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
かなり必要だと思う	58.0%	55.6%	61.8%	37.0%
まあ必要だと思う	29.5%	35.2%	20.6%	46.0%
あまり必要ではないと思う	4.5%	3.7%	5.9%	11.0%
必要ではないと思う	2.3%	0.0%	5.9%	2.0%
無回答	5.7%	5.5%	5.8%	4.0%

3.4　ビジョンの描出・需要のコンセプト化-需要表現を重視-

ビジョンの描出・需要のコンセプト化の問題は、本質問表調査及び井上ほか(2003)共に最も多数の企業にデスバレー要因と認識されている。ビジョンの描出に関するものとして「トップダウン型の技術経営」、需要のコンセプト化に関するものとして「需要(市場ニーズ)表現」「技術ロードマップの策定の有無と見直し頻度」について論じる。

(1)トップダウン型技術経営と必要性

「トップダウン型の技術経営はどこまで実施されているか」との質問に対して「ほとんど実施されていない」が 23.9%「大きな方向性のみ」が 58%「全てにわたってトップダウンで実施」が 14.8%となった（表 8）。一方で「トップダウンは革新的製品開発のために必要か」との質問については「かなり必要」と「まあ必要」をあわせると 80%以上が必要性を認識している（表 9）が、井上ほか(2003)の製造業全般調査より若干に低い結果となっている。

表8. トップダウン型技術経営の有無

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
全てにわたって実施	14.8%	1.9%	35.3%	9.0%
大きな方向性のみ	58.0%	66.7%	44.1%	72.0%
ほとんど実施されていない	23.9%	27.8%	17.6%	19.0%
無回答	3.3%	3.6%	3.0%	0.0%

表 9. トップダウン型技術経営の必要性

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
かなり必要	46.6%	42.6%	52.9%	44.0%
まあ必要	36.4%	42.6%	26.5%	46.0%
あまり必要でない	12.5%	9.3%	17.6%	8.0%
必要でない	1.1%	1.9%	0.0%	1.0%
無回答	3.4%	3.6%	3.0%	1.0%

(2) 需要（市場ニーズ）表現

「需要（市場ニーズ）を、社内向けに文章やチャートで明確かつ具体的に表現しているか」との質問に対して「あまり表現できていない」「まったく表現できていない」と答えた企業は40%近くに達した（表 10）。その一方、需要（市場ニーズ）表現の必要性については「かなり必要」「まあ必要」をあわせて 90%以上を占めた（表 11）。需要表現の必要性については、井上ほか(2003)の製造業全般調査より、高めの結果となっている。

表 10.需要表現の状況

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
すべて表現できている	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%
だいたい表現できている	18.2%	18.5%	17.6%	10.0%
表現できている場合と できていない場合が半々	40.9%	46.3%	32.4%	19.0%
あまり表現できていない	27.3%	29.6%	23.5%	47.0%
まったく表現できていない	12.5%	5.6%	23.5%	22.0%
無回答	1.1%	0.0%	3.0%	1.0%

表 11.需要表現の必要性

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
かなり必要	53.4%	53.7%	52.9%	45.0%
まあ必要	38.6%	38.9%	38.2%	45.0%
あまり必要ではない	4.5%	3.7%	5.9%	8.0%
必要ではない	1.2%	1.9%	0.0%	1.0%
無回答	2.3%	1.8%	3.0%	1.0%

(3)技術ロードマップの策定の有無と見直し頻度

「指針とする独自の技術ロードマップを策定しているか」との質問に対して 40%近くが策定していると答えた（表 12）。また見直しの頻度は「1 年に 1 回」が 42.9%で最も多く「半年に 1 回」が 31.4%となっている（表 14）。技術ロードマップの策定に関しては、井上ほか(2003)の製造業全般調査より低い結果となっている。

質問表調査からは、「技術ロードマップの策定」や「トップダウン型技術経営」の必要性に対する認識が、井上ほか(2003)の製造業全般調査よりも低い中で「需要（市場ニーズ）表現」の必要性に対する認識が高かった。ナノテク事業化に取り組む企業においては、市場ニーズを研究開発段階まで落とし込む事を重視している一方、技術ロードマップの策定、トップの強力なコミットメント等さらに踏み込んだ「ビジョンの描出、需要のコンセプト化」に関しては、井上ほか(2003)の製造業全般調査のレベルにない状況が窺える。

表 12.技術ロードマップ策定の有無

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
策定している	39.8%	50.0%	23.5%	45.0%
策定していない	59.1%	50.0%	73.5%	54.0%
無回答	1.1%	0%	3.0%	1.0%

表 13.技術ロードマップの見直しの頻度

	ナノテクノロジー			製造業
		上場	非上場	全般
四半期未満に 1 回	8.6%	3.7%	25.0%	3.0%
四半期に 1 回	2.9%	0.0%	12.5%	7.0%
半年に 1 回	31.4%	33.3%	25.0%	29.0%
1 年に 1 回	42.9%	44.4%	37.5%	49.0%
2 年に 1 回	5.7%	7.4%	0.0%	2.0%
2 年より長いスパンで見直し	5.7%	7.4%	0.0%	9.0%
見直しは行っていない	2.8%	3.8%	0.0%	0.0%
無回答	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%

4 ナノテク事業化の方向性と求められる公的支援策

本事例研究は、ナノテクの製品開発段階において(1)資金面、(2)外部との連携、(3)ビジョンの描出・需要のコンセプト化が主要なデスバレー要因として認識されている、またデスバレー克服に向けて(1)資金では公的資金の活用を重視している、(2)外部との連携では大学・研究機関、異業種企業との連携を重視している、(3) ビジョンの描出・需要のコンセプト化では需要（市場ニーズ）表現を重視していることを明らかにした。

ナノテクは、我が国産業界において事業化に向けた取り組みがさらに進展する事が期待される。それだけに、基礎研究段階、製品開発段階、事業化段階の各段階において、ナノテク産業に特有のデスバレ

ー現象及びデスバレー要因の解明が求められる。ナノテクと IT やバイオテクノロジー等他先端科学技術間の比較研究も欠かせない。今後の研究課題としたい。

以下では、井上ほか(2003)の製造業全般調査との比較において高い割合でデスバレー要因と認識される等ナノテクの製品化段階において特徴的と考えられる「資金面の問題」と「外部の連携の問題」について、ナノテクに取り組む企業へのインタビュー調査をもとに、ナノテク事業化の方向性と求められる公的支援について論じ、結びとしたい。

4.1 「資金面の問題」で求められる公的支援

(1)科学技術関連公的資金の柔軟性向上

資金面の問題は、米国では先端科学技術事業化の最重要課題と認識されている。このため 1980 年代以降、製品開発段階の資金ギャップ解消を目的に、ATP や SBIR 等の中小企業を対象とした研究開発支援制度が導入された。しかし「公的資金が提供された企業に対し、当該事業以外の有望事業への資金転用を認めるべきである(Lerner(2000),p.91）」との指摘があるように、時間の経過と共に刻々と変化するビジネス環境に柔軟に対応しなければならない企業にとって、現状の公的資金は柔軟性が欠けているとの課題が論じられている。こうした公的資金の柔軟性の欠如に関しては、インタビュー調査の結果、我が国においても同様の状況が散見された。公的資金の柔軟性の向上は、ナノテク事業化において改善されるべき主要な課題の一つであろう。

(2)ナノテクベンチャーを資金面で支援するパートナー育成

我が国のナノテクベンチャーに対するインタビューにおいて、ベンチャーキャピタルや商社等ベンチャーをビジネスとして資金面で支援するパートナーの充実を求める意見が複数あった。あるナノテクベンチャーの経営者は「真に革新的なナノ技術の製品開発は 10 億以上の資金が必要だが、日本のベンチャーキャピタルは近視眼的で、10 億円規模の資金は出せない」と指摘している。インタビューではこの他、商社にビジネスとして高額なナノテク関連装置のリース事業への参入を期待する意見が数多くあった。政府、自治体等公的セクターにおいては、ベンチャーキャピタルや商社等ビジネスとして資金面でナノテクベンチャーを支援するパートナーの充実に向けた公的施策も必要であろう[6)]。

4.2 「外部との連携の問題」で求められる公的支援

-異分野、異業種の研究開発、事業化連携促進-

外部との連携の問題については、ナノテクベンチャーに対するインタビュー調査において「ナノテクの製品開発には、従来の協力企業以外への試作品の提供機会を通じた新たなキラーアプリケーションの発掘が重要である」との指摘があった。Bucher et al.(2003)等の先行研究でも散見されるように、ナノテクの製品開発には、学際的、分野横断的な取組みが求められる。従来の学問、企業グループ、業界を越えた異分野、異業種との連携が、革新的な製品開発には欠かせない。公的セクターにおいては、異なる業界の企業が参加する研究開発プロジェクトを奨励優遇する、公的な研究施設の整備にあたっては異分野、異業種融合に資するものを優先する等の施策が求められるであろう。

謝辞

本事例研究の質問表調査については、その実施を（財）大阪科学技術センター・関西ナノテクノロジー推進会議から受託したものである。同財団、推進会議の関係各位に謝意を表する。

【注釈】

1) OECD（2003）は、ナノテクについて「針の先に取り付けられるコンピューター、あるいは原子と原子によるボトムアップで構築された構造等新たな製品及びプロセスを生み出すために、個々の原子および分子を操作する事を目的とした一連の新技術（OECD(2003),p44）」と広義に定義しており、本事例研究は、このOECD の広義の定義に従うものとする。ナノテクの可能性を指摘した代表的科学者として、ファインマン（Richard P. Feynman）とドレクスラー（Eric K. Drexler）の二人を挙げる事が出来る。ナノテクの父とも呼ばれるファインマン（Richard P. Feynman）は、1959 年の米国物理学会における“There's Plenty of Room at the Bottom”と題する講演の中で、大百科事典を針の先に書き込む事、化学物質を物理的に操作する事によって合成する方法等ナノテクの可能性を指摘した。また、ドレクスラー（Eric K. Drexler）は、著書“Engines of Creation”において、原子や分子を制御して精密に操る事でナノ回路やナノ機械を作り上げる可能性を提唱した。

2) 基礎研究段階に関する先行研究である玉田、児玉、玄場(2003)は、バイオテクノロジー、ナノテク、情報通信、環境技術の四分野について日本の特許に関する調査を行い、サイエンスリンケージは「バイオテクノロジーが突出して多く、ナノテクノロジーがそれに続き、IT と環境技術は少ない（p.32）」と指摘し、バイオテクノロジーやナノテクでは、基礎研究を技術に転換する能力の欠如が、

デスバレー要因となり得る事を示唆している。また、事業化段階に関する先行研究である Moore(1991)は、先端科学技術をベースとした製品を市場に浸透させるにあたって、Moore(1991)がキャズムと呼ぶデスバレー現象が存在すると指摘し、製品中心の価値観が、事業化段階における主要なデスバレー要因である(pp.134-135)と論じている。

3） George Day and Paul Schoemaker(2000)は、先端科学技術の事業化に至る段階の内、特に製品開発段階について論じている。その理由として、製品開発段階は「経営におけるに最も大きな課題を提供する(p.vii)」と述べ、製品開発段階研究の重要性を論じている。

4)ナノテク事業化の基礎研究段階に関する先行研究である三菱総合研究所(2002)は、ナノテク事業化の有力分野であるカーボンナノチューブや走査線プローブ顕微鏡等の16分野の日米調査を行った上で、我が国のナノテクに取り組む企業は「基礎的な知見または、技術シーズを基幹技術までくみ上げるところが弱いと見る事が出来る(p.80)」と指摘し、ナノテク事業化の基礎研究段階においてデスバレー現象が散見されると論じている。

5）質問表は、平成15年12月上旬に発送し、1月上旬までに回収した。329通を発送し、132の有効回答を得た。この内、事業化に取り組んでいると答えた数は88であった。企業規模別数を見ると、上場企業54、非上場企業34である。上場企業と非上場企業の区分は、店頭、新興市場を含む上場企業を上場企業、それ以外を非上場企業とした。

6) 先端科学技術をベースとしたベンチャー企業創出におけるベンチャーキャピタル等のビジネスとしてベンチャー企業を支援するパートナー、支援環境充実の必要性については、桐畑(2003)を参照。

【参考文献】

1. Dertouzos, Michael L., Robert M. Solow, and Robert Lester (1989)"Made in America: Regaining the Productive Edge" MIT Press

2. Eric K. Drexler(1986)"Engines of Creation-The Coming Era of Nanotechnology"

3. Geoffrey A. Moore(1991) "Crosing the Chasm" HarperCollins Publishers Inc.

4．George Day and Paul Schoemaker(2000) "Wharton On Managing Emerging Technologies" John Wiley & Sons Inc

5. Gregory Tassey(1999) "R&D Trends in the U.S. Economy: Strategies and Policy Implications" U.S. Department of Commerce Technology Administration, National Institute of Standards and Technology

6. Jack Uldrich and Deb Newberry(2003), "The Next Big Thing Is Really Small" Random House Business Books

7. Josh Lerner(2000) "When Bureaucrats Meet Entrepreneurs: The Design of Effective Public Venture Capital Programs" Lewis M. Branscomb, Kenneth Morse, and Michael Florida, ed "Managing Technical Risk" National Institute for Standard and Technology, US Department of Commerce, pp.80-93

8. Lewis M. Branscomb(2001) "Testimony before Hearing of the Technology Subcommittee of the House Science Committee on the Advanced Technology Program at NIST"

9. Lewis M. Branscomb and Philip E. Auerswald(2001) "Taking Technical Risks: How Innovators, Executives, and Investors Manage High-Tech Risks" MIT Press

10．Philip Bucher, Beat Birkenmeier, Harald Brodbeck, Jean-philippe Eschger(2003) "Management principles for evaluating and introducing disruptive technologies: the case of nanotechnology in Switzerland" R&D Management No.33, pp.149-163.

11. Richard P. Feynman(1992) "There's Plenty of Room at the Bottom", Journal of Microelectromechanical Systems Vol.1 No1

12. Vernon J. Ehlers(1998) "Unlocking our future", A Report to Congress by the House Committee on Science, Government Printing Office

13. (財)大阪科学技術センター・関西ナノテクノロジー推進会議(2004)「ナノテクノロジーが創る関西・日本」、(財)大阪科学技術センター

14. 井上隆一郎、二瓶正、石川健、船曳淳(2003)、「デスバレー現象と産業再生」、『三菱総合研究所所報 No.42』、三菱総合研究所

15. 桐畑哲也(2003)、「大学発ベンチャーとベンチャーキャピタル－求められるベンチャーキャピタリストの投資先育成能力－」、『三菱総合研究所所報 No.42』、三菱総合研究所

16. 児玉文雄（2003）、「大学院教育としての MOT」、『技術と経済』、科学技術と経済の会

17. 玉田俊平太、児玉文雄、玄場公規(2003)、「重点4分野におけるサイエンスリンケージの計測」、RIETI Discussion Paper Series、経済産業研究所

18. 三菱総合研究所(2002)、『ナノテクノロジーの産業化戦略に関する調査研究』、新エネルギー・産業技術総合開発機構

19．OECD(2003) "Science, Technology and Industry Scoreboard" OECD Publication Service

20. 経済団体連合会（2000）、『21世紀を拓くナノテクノロジー -ナノテクノロジーに関する経団連の考え方-』21. 内閣府経済財政諮問会議(2002A)、『4分野の産業発掘戦略ー総論』

22. 内閣府経済財政諮問会議(2002B)、『「ナノテクノロジー・材料」産業発掘戦略』

23. 日本経済団体連合会（2002）、『ナノテクが創る新産業－n-Plan2002－』